

Los árboles también sudan, pero ¿cómo podemos medirlo?

ROBERTH ARMANDO US SANTAMARÍA¹, JULIO A. SALAS-RABAZA¹ Y
EVELYN RAQUEL SALAS-ACOSTA²

¹Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C.
Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Col. Chuburná de Hidalgo, 97205,
Mérida, Yucatán, México.

²Unidad de Ciencias del Agua, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
Calle 8 No. 39, Mz. 29, S.M. 64, 77500, Cancún, Quintana Roo, México.
jsalas.ifs@gmail.com

Cuando pensamos en el ciclo del agua, rara vez consideramos todas las rutas posibles que el agua pueda seguir antes de regresar a la atmósfera. Una de esas rutas es a través de las plantas mediante un proceso llamado transpiración, el cual no solo depende de las características fisiológicas de las plantas, sino de todo el ambiente a su alrededor. Mediante la medición del flujo de savia, utilizando sondas de disipación térmica, se puede calcular un valor de transpiración para árboles leñosos. Así se puede conocer la contribución que tienen estas especies e individuos de manera individual o de ecosistema en el ciclo del agua. Se presenta el caso de un árbol que crece en Yucatán, llamado comúnmente flor de mayo (*Plumeria obtusa*). Este árbol de manera individual y como resultado de las mediciones en dos temporadas, puede llegar a transpirar hasta 19 litros de agua por día.

Palabras clave: Ciclo del agua, flor de mayo, flujo de savia, regulación del clima, sonda de disipación térmica, transpiración.

El agua es el elemento esencial que mantiene la vida en el planeta. Las plantas la necesitan para crecer y llevar a cabo sus procesos fisiológicos, muchos de los cuales tienen repercusiones a mayor escala; uno de esos procesos es la transpiración.

La transpiración engloba el movimiento del agua, desde el suelo hacia la atmósfera, a través de las plantas. Este movimiento depende de la acción conjunta de la radiación solar, la disponibilidad de agua en el suelo, la demanda de agua de la planta y la demanda evaporativa de la atmósfera. Este proceso está asociado a la fotosíntesis, donde moléculas de dióxido de carbono (CO₂) ingresan a las plantas a través de los estomas (aberturas microscópicas en las hojas) y en consecuencia las moléculas de agua que están en las ho-

jas salen en forma de vapor a la atmósfera (Lambers *et al.* 2008).

Alcances de la transpiración

La transpiración es importante para las plantas, ya que el agua es el medio de transporte de sustancias nutritivas, tales como minerales, hormonas y otras moléculas; a través de tuberías formadas por células muertas denominadas xilema (Tyree y Zimmermann 2002). Además, la transpiración permite a las hojas mantener una temperatura menor que la del ambiente (algo así como el papel que tiene el sudor sobre nuestra piel). Entonces, al hablar de la transpiración en los bosques podemos deducir que la gran cantidad de vapor de agua que se libera juega un papel muy importante en el ciclo del agua, e



Figura 1. Movimiento del agua e instalación de las sondas para la medición del flujo de savia en el tallo, mediante el método de calentamiento constante. (Fotografía: Julio A. Salas Rabaza).

incluso tiene una fuerte influencia en la regulación del clima (Lambers *et al.* 2008). Por estas razones es muy importante conocer la cantidad de agua que “sudan” las plantas.

La medición del sudor en las plantas

La transpiración de las plantas puede ser estimada a partir de la medición del flujo de savia en troncos, mediante técnicas que usan el calor como medio para determinar la velocidad a la cual la savia asciende a través del tallo (Smith y Allen 1996). Uno de estos métodos es el de calentamiento constante o sonda de disipación térmica, que consiste en el uso de dos sondas cilíndricas insertadas en el tronco o tallo del árbol (Granier 1985). La sonda superior contiene un elemento calentador que disipa calor continuo, mientras que la sonda inferior actúa como una

sonda de referencia (Figura 1). La diferencia de temperaturas (ΔT) entre las dos sondas está influenciada directamente por la densidad del flujo volumétrico de la savia en el tronco (u_v , en $\text{ml cm}^{-2} \text{min}^{-1}$); y para determinar el volumen de agua transportada por unidad de tiempo (ml min^{-1}) basta multiplicar la densidad del flujo volumétrico de la savia por el área de conducción efectiva (A_a , en cm^2) medida en el tallo.

Sin embargo, hay que considerar que el flujo de savia no sólo depende de las características intrínsecas de la planta, sino también depende del ambiente. Los factores ambientales que tienen influencia sobre la transpiración son: la radiación solar, la temperatura y la humedad relativa del aire. La diferencia entre la humedad relativa de la hoja y la humedad relativa

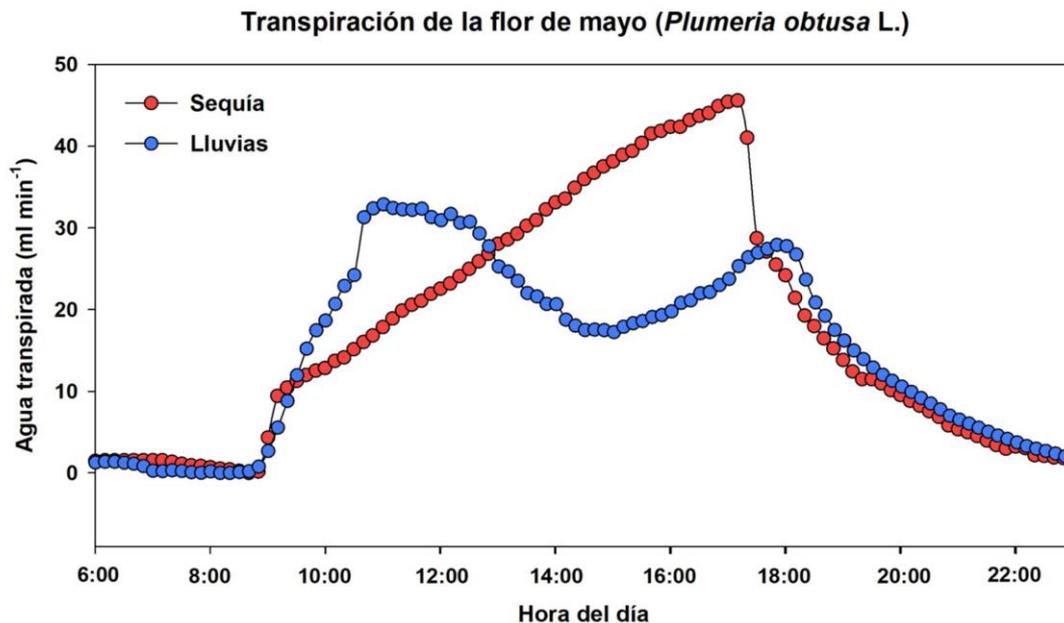


Figura 2. Transpiración de la flor de mayo (*Plumeria obtusa* L.) durante un día en dos temporadas del año (sequía y lluvias). (Gráfica: Evelyn Raquel Salas Acosta).

del aire determina la fuerza de transpiración (Tyree y Zimmermann 2002). Estos cambios en el ambiente a lo largo del día y entre temporadas del año (por ejemplo, en lluvias vs sequía), regulan el flujo de agua en las plantas. Tomemos como ejemplo un árbol de flor de mayo (*Plumeria obtusa* L., Apocynaceae) en la selva de la Reserva Estatal “El Palmar” en Yucatán. Se realizaron las mediciones en un ejemplar de siete m de altura y 16 cm de diámetro (a 1.5 m por encima del suelo); este árbol tiene una transpiración entre 9 y 46 ml min⁻¹ de las 9 a las 17 horas en la temporada de sequía, mientras que este mismo árbol tiene una transpiración entre 6 y 27 ml min⁻¹ en el mismo horario durante la temporada de lluvias (Figura 2). Estas diferencias en la transpiración están relacionadas con una mayor nubosidad en la temporada de lluvias que reduce la radiación solar que llega al árbol, y una diferencia de la humedad relativa entre las dos temporadas, con reportes de humedad relativa promedio de 74% para sequía y en lluvias de 84% (UNAM 2019).

De la transpiración a lo cotidiano

Según la Organización Mundial de la Salud, una persona consume 12 litros de agua por minuto al lavarse las manos, 200 litros de agua por 10 min en la ducha, 10 litros por cada 10 min al lavar trastes, de 40 a 62 litros por ciclo de lavado y 6 litros de agua por cada descarga del baño (Milenio 2018). En comparación, las plantas liberan menos cantidad de agua a la atmósfera, por ejemplo, retomando el árbol de flor de mayo (un árbol muy conocido en Yucatán); este árbol transpira alrededor de 19 litros de agua en un día soleado durante la temporada de sequía, mientras que en la temporada de lluvias transpira 17 litros por día. Ahora ponte a pensar cuánta agua consumes tú en un día, y reflexiona ¿esta agua regresará íntegra a la atmósfera, o qué otras rutas estará siguiendo?

Referencias

Granier A. 1985. Une nouvelle méthode pour la mesure du flux de séve brute

dans le tronc des arbres. *INRA/EDP Sciences* 42(2): 193-200.

Lambers H., Chapin III F.S. y Pons T.L. 2008. *Plant Physiological Ecology*. 2da. edition. Springer-Verlag New York. 605 pp.

Milenio 2018. ¿Cuánta agua consume un mexicano al día?

<<https://www.milenio.com/politica/comunidad/cuanta-agua-gasta-un-mexicano-al-dia>> (consultado: 21 octubre 2019).

Smith D.M. y Allen S.J. 1996. Measurements of sap flow in plants stems. *Journal of Experimental Botany* 47(12): 1833-1844.

Tyree M.T. y Zimmermann M.H. 2002. *Xylem structure and the ascent of sap*. 2da edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 283 pp.

Universidad Nacional Autónoma de México 2019. Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos <<https://www.ruoa.unam.mx/>> (consultado: 21 octubre 2019).

Desde el Herbario CICY, 11: 217–220 (31-octubre-2019), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 232, www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editor responsable: Ivón Mercedes Ramírez Morillo. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 31 de octubre de 2019. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.